

新天文常数系统

吴守贤 漆贯荣

(中国科学院上海天文台)

提 要

归算观测所必需的一系列参数的采用值, 定义为一个天文常数系统, 它应当是一个自洽的参数序列, 即常数间严格满足已知的理论关系。至今, 国际上曾采用过三个天文常数系统。

1. 第一个常数系统主要是由纽康的数值组成的, 它被采用了半个多世纪。

2. IAU (1964)天文常数系统, 从1968年起被引用。

3. IAU (1976)天文常数系统, 称为新天文常数系统, 已被1976年格勒诺布尔国际天文学联合会大会所采用。新系统将从1984年起取代1964年采用的系统。

本文详细说明了习用的天文常数系统的变化, 并描述了新天文常数系统的特征。

一、引 言

天文常数确切地应该被称为天文—大地测量常数。这不仅因为天文常数在大地测量学领域中有广泛的应用, 而且相当一部分天文常数(例如地球赤道半径、地球扁率等等)本身就是地球常数。它们准确数值的获得不仅仅用天文学的方法, 也必需使用大地测量学的方法。

天体测量学的基本任务之一是根据宇宙空间实际的参考坐标系。这种参考系的原点和坐标轴的选择随研究的问题不同而不同。人们可以选择观测站、地心、日心或者银河系质心作为坐标原点, 选择地平面、赤道面、黄道面或者银道面作为XOY基本平面。到目前为止, 天体测量的观测者都位于地球表面, 因此用天文方法和大地测量方法初步确定的坐标都是地面坐标系; 然后为了不同的目的, 再实施坐标转换, 在转换过程中就需要确切知道某些参数值(例如地球赤道半径、太阳视差等)。凡是固定不变的参数或者只随时间作缓慢变化的参数统称为天文常数。事实上, 参考坐标系是由基本星表确定的。因此, 基本星表和天文常数系统是所有天体测量工作的基础。

在众多的天文常数中, 某些天文常数之间被某种物理定律联系在一起, 它们满足一定的数学关系(例如开普勒第三定律把太阳视差、地月系质量用一个数学公式联系在一起)。如果对这些相互有联系的常数用各自不同的方法进行实测, 独立地得到各自的测定值, 那么把这些测定值再代入联系它们的数学关系式, 一般情况下我们就会发现不能满足这个数学关系式。产生这种现象的原因是显然的, 因为各个常数值的测定方法不同, 存在这样和那样的系统差,

而且测定的精度也不一样，这就必然导致这种矛盾现象的发生。如果我们研究一个孤立的问题，存在这种现象并不可怕，我们不妨采用当代最精密的测定值，例如在研究行星空间飞行时，天文单位值就要求愈精确愈好，而不必顾虑它是否与其它常数相矛盾。但是，如果我们不是研究一个孤立的问题，则这种矛盾就会导致假象。例如研究大地测量成果的平差，则需要引入多个天文常数，当这些常数之间存在上述矛盾时，最后就会歪曲我们的结论。因此，摆在我们面前的问题是：不仅需要精密测定天文常数的数值，而且还要研究它们的数学物理关系，在测量精度允许范围内调整它们的数值，消除彼此之间的矛盾。这就是所谓建立天文常数系统的问题。很明显，强调“系统”是十分重要的。它着重强调一致性：各已知常数之间的所有关系必须以所采用的数字值来表示。当然，天文常数系统并不需要包括所有的天文常数，它只需要包括基本的、常用的而且相互有牵连的那些常数。需要说明的是，一个常数的重要性随着时间的推移是可以变化的，因而有些常数可以省去或者用系统中其他常数来代替；天文常数系统中还有几个随时间呈缓慢变化的常数，它们的值系指一定历元时的值。在不同时期建立起来的天文常数系统中，常数值就不一定是当代最精确的测定值，而是在精确测定基础上经过协调了的数值的总合。它的服务对象主要是历算天文、星表和大地测量等专门领域，同时也应用于天体物理学的目的(研究天体的结构和演化)。因此，基本天文常数系统的一致性和精确度是很重要的，这也就是长期以来许多天文学家致力于使这些天文常数尽可能臻于完善的原因。

二、旧天文常数系统

在介绍新天文常数系统之前，大概地回顾一下天文常数袭用系统似乎是必要的。事实上国际上统一采用的天文常数系统只有三个。

十九世纪以前，由于观测不精确，理论不完善，在实际工作中并没有产生要建立天文常数系统的问题。那时的天文学家、大地测量学家往往根据自己的判断和工作的需要来选用自己认为当时最佳的常数值。甚至出现过这样荒唐的现象，某一常数值是某权威专家选定的，其他的人就不加分析地沿用下去。著名的例子就是光行差常数值，由斯特鲁维得到 $20''.4451$ ，显然这个数值比真实值要小得多，但是却沿用了半个世纪！随着观测精度的提高，理论的进一步完善，人们发现，如果在不同的工作中采用不同的数值，甚至在同一类型工作中采用不同的数值，那么在综合分析资料时就会导致不确切的结论。为此，1896年在巴黎举行的国际基本恒星会议和1911年举行的国际天文年历会议都一致认为应该把基本天文常数值统一起来。两次会议决定，统一使用美国天文学家纽康推荐的一套天文常数值，后来被称为纽康天文常数系统，这是人类有史以来第一次建立的天文常数系统。从1896年至1968年一共使用了七十多年，这也是现在我们所称的旧天文常数系统。

纽康基本天文常数系统(表1)共包括十四个天文常数值。

纽康常数系统的价值在于，它们其中很多常数值都为廿世纪六十年代以前的基本星表使用过。例如纽康的岁差值在几个重要的星表(例如GC星表、FK3、FK4星表)中体现出来。这个系统在基本天文学的发展历史中，无疑地起过重要作用，应该给予肯定的评价。但是这

表 1

常 数 名 称	符 号	数 值
Newton 的日月岁差(1900.0 历元, 回归世纪)	p_1'	5040".00
Newcomb 确定的 Newton 岁差常数(回归世纪)	P	5492".75
黄经总岁差(1900.0 历元, 回归世纪)	p	5025".64
章动常数	N	9".210
光行差常数	κ	20".47
黄赤交角(1900.0 历元)	ϵ_0	23°27'08".26
太阳视差	π_{\odot}	8".80
地球扁球的赤道半径	a_e	6378388.00 米
在赤道上的重力加速度	g_e	978.049 厘米/秒 ²
月行差系数	L	6".454
地球扁球外部水准面的扁率	f	1/297.0
地球扁球的动力学扁率	H	0.0032753
重力公式的系数 β	β	0.0052844
重力公式的系数 β_1	β_1	59×10^{-7}

个系统有明显的缺陷也是不必讳言的。它的缺陷在两个方面：(1) 数值确定得不精确，特别是当用现代技术去检验时，这种缺陷更是一目了然；(2) 采用的数值内部不一致，而且与现代的测定值有颇大的差异。

因此，从本世纪卅年代开始，研究完善天文常数系统的问题就自然提到日程上来。荷兰学者德·西特首先进行了卓有成效的研究。他指出：

1. 纽康常数系统内部不一致。(1) 回归年长度、恒星年长度、行星公转周期与赤经方向的岁差值不一致；(2) 在纽康的星历表中，四个行星的星历所采用的地球质量相应于太阳视差值是8".79，而布朗月亮表所采用的太阳视差值为8".80549，即两种星历表所采用的太阳视差值不一致；(3) 太阳视差值、光行差常数值的乘积应该与光速值、地球赤道半径、地球轨道偏心率、太阳平均角速度有理论关系，然而把这些采用值带进公式时，不能满足这种关系。也就是说相互间有矛盾；(4) 太阳表和月亮表中采用的地月质量比不同。

2. 纽康的常数数值跟不上近代天文学的发展。半个世纪以来天文学无论是理论方面还是仪器技术方面都有了飞跃的发展，揭示出纽康常数值的缺陷是很自然的。如纽康常数系统没有考虑相对论效应。又如本世纪卅年代实测发现了地球自转速率不均匀，这就使得过去星历表中的一些经验项找到了确切的原因而不需要继续保留它们。地球自转不均匀的研究结果导致必须对星历表中自变量时间 t 给出新定义。这就是众所周知的世界时向历书时的过渡。再如纽康岁差常数没有考虑银河系自转的效应等等。德·西特指出的这些矛盾后来被称为纽康天文常数系统中的“德·西特矛盾”。德·西特还进一步致力于建立一个新的天文常数系统。但是很遗憾，他没有来得及完成这一工作就去世了。他的学生布劳尔继续了他的工作并予以完成。布劳尔建立了一个严格一致的天文常数系统(时间计量除外)，我们称它为德·西特—布劳尔系统。这个系统包括 40 个天文常数，在这些常数中甚至包括了从地理纬度归算到地心纬度的 $\varphi' - \varphi$ ，地球自转角速度和行星岁差等。

嗣后，美国海军天文台的克莱门斯也展开了天文常数系统的细致研究工作。他提出了建

立天文常数的准则，详细地讨论了关于时间计量问题，并且首先提出了引用历书时的新思想（或者正如他自己称为的牛顿时）。克莱门斯建立了一个包括廿八个常数的新天文常数系统，还详细研究了如何从纽康系统过渡到新系统的方案。

1950年国际天文学联合会在巴黎组织了一次天文常数的专门会论，对纽康系统进行了详细的评论。大家都赞赏德·西特—布劳尔系统和克莱门斯系统，但是由于天文常数值的变化往往牵涉到重新处理好几个世纪以来繁多的资料，工作量大得惊人，尽管要更改纽康系统的意见是一致的，但当时认为还有一些重要的常数尚缺乏完善的研究，实际过渡的时机还不成熟，因此这次会议仅仅通过了加强天文常数系统理论和常数的测定等方面研究，创造有利条件以建立新的系统的决议。

三、1964年IAU天文常数系统

1963年IAU再次召开了天文常数和大地测量常数的会议，参加这次会议的还有宇宙空间研究的专家。这次会议在各国天文学家进行了大量研究成果的基础上，深入地讨论了天文常数的理论和测定结果的问题。会议最后决定成立一个专门工作组，要求该组在讨论所确定的原则基础上，提出一个新的天文常数系统。1964年1月在英国格林尼治天文台召开了专门工作组的会议，提出了一个新系统，并推荐给1964年IAU第十二届大会。大会接受了这个系统，称为1964年IAU天文常数系统，并于1968年开始废除纽康系统，采用这个新的天文常数系统(表2)。

这个系统包括23个天文常数和一组大行星的质量采用值。在这个系统中把天文常数划分为三类：定义常数、初始常数和导出常数。

第一类：定义常数。共有两个：一是回归年所包含的历书时秒数，一是高斯引力常数。这两个常数虽然过去也是由实际观测和实验得到的，不过一旦把它选定以后，便不再改变。即使这个数值尚有应该被修正之处，也宁愿去修正其它有关的常数来与它协调，而硬性地把它永远保持下去。

第二类：初始常数。共有10个(见表2)，它们是由观测实践得到的最佳值。

其中三个是与地球有关的常数，它们是地球赤道半径 a_e ，地球形状的力学系数 J_2 和地心引力常数。它们都是由大地测量和重力测量的观测数据和测量资料得到的。地球赤道半径是指旋转椭球体的赤道半径，旋转椭球面近似于大地水准面，根据雷达测定地月距的结果采用了取整到10米的数值。表征地球扁率的带谐系数 J_2 被选定为初始常数。它通过地球惯性距

A 与 C ，地球质量 M_\oplus 和地球赤道半径 a_e 表示为
$$J_2 = \frac{C - A}{M_\oplus a_e^2}$$

它与IAU No.7委员会1961年的采用值一致。 J_2 和地心引力常数 GE 都是通过重力测量和人造卫星大地测量得到的。

根据近代物理实验的结果，光速采用值同国际大地测量与地球物理协会(IUGG)所批准的值一致。天文单位是采用雷达对金星测距的结果。月亮的质量是根据E. Rabe 1950年重新分析了爱神星的观测资料，在采用太阳视差 π_\odot 和月行差常数的新值以后间接得到的，在

表 2 1964 年 IAU 天文常数系统

No	常数名称	符号	采用值
(一) 定义常数			
1	回归年(1900)的历书时秒数	s	31556925.9747
2	高斯引力常数	k	0.01720209895
(二) 初始常数			
3	天文单位	A	149600×10^6 米
4	光速	C	299792.5×10^3 米/秒
5	地球赤道半径	a_e	6378160 米
6	地球力学形状因子	J_2	0.0010827
7	地心引力常数	GE	398603×10^3 米 ³ /秒 ²
8	地月质量比	$1/\mu$	81.30
9	月球平均恒星运动	n_1^*	$2.661699489 \times 10^{-5}$ 弧度/秒
10	黄经总岁差(1900)	p	5025".64(每世纪)
11	黄赤交角(1900)	ϵ	23°27'08".26
12	章动常数	N	9".210
(三) 导出常数			
13	太阳视差	$\pi_{\odot} = \arcsin(a_e/A)$	8".79405
14	天文单位的光行时	$\tau_A = A/C$	499.012 秒
15	光行差常数	κ	20".4958
16	地球扁率	f	1/298.25
17	日心引力常数	GS	132718×10^{15} 米 ³ /秒 ²
18	日地质量比	$S/E = GS/GE$	332958
19	日与地月系质量比	$S/E(1+\mu)$	328912
20	受摄月球平均距离	a_{ζ}	384400×10^3 米
21	月球视差正弦常数	$F_{\zeta} \sin \pi_{\zeta}$	3422".451
22	月行差常数	L_{ζ}	6".43987
23	月角差常数	P_{ζ}	124".986
24	行星质量系统(行星质量倒数):		
	水 星 6000000	土 星 3501.6	
	金 星 408000	天王星 22869	
	地月系 329390	海王星 19314	
	火 星 3093500	冥王星 360000	
	木 星 1047.355		

这里月亮质量以地球质量为单位来表示, 而地球质量包括了大气质量在内。月亮相对于恒星的平均角速度 n_{ζ}^* 与利用改良月历表得到的分至月的平均角速在扣去黄经点岁差变化以后是一致的。

决定赤道与黄道相对位置的三个初始常数: 黄经长期总岁差、黄赤交角、章动常数均未作改变。尽管纽康的岁差常数已经得到很好的改正量, 但是岁差常数的不准确会歪曲恒星自行, 它的改变要对所有恒星自行重新处理, 就会带来大量的工作量, 因此倒不如现在暂时保留纽康的数值, 一直到将其改正量确定得有足够把握时一次把它过渡过来。至于章动常数则因为观测得到的值通常都比计算值小, 主要是由于地球模型与真实地球有差异, 因此在建立

良好的地球模型以后才能重新审定章动常数值。

第三类是导出常数，有 11 个。它们是在初始常数选定以后，由相应的数学关系式推导出来的。如果推导出来的结果与观测值符合得很好，则认为问题已经解决。如果符合得不好，则引用补充资料、或者暂时把问题搁置起来待以后解决。

太阳视差根据天文单位 A 和地球赤道半径 a_e 导出： $\pi_{\odot} = \arcsin(a_e/A)$ 。天文单位的光行时根据光速 c 和天文单位 A 导出： $\tau_A = A/C$ 。光行差常数 κ 根据光行时 τ_A 和高斯引力常数 k 导出， $\kappa'' = F_1 \tau_A k'$ 。其中 $k' = k/86400$ ； $F = \frac{n_{\odot} a_{\odot}}{R'(1-e^2)^{1/2}}$ ，这里 F_1 称为光行差常数的辅助系数，在本系统中它等于 1.000142。地球扁率是根据人造卫星观测得到的，并和有关的常数一致。日心引力常数 $GS = A^3 R'^2$ 。日地质量比为 GS/GE 。太阳与地月系质量比是 $S/E(1+\mu)$ ，其中 μ 是月亮质量。受摄月亮的平均距离 $a_e = F_2 \left[\frac{GE(1+\mu)}{n_{\odot}^2} \right]^{1/3}$ ，其中 F_2 是月亮平均距离的辅助系数，它在本系统中为 0.999093142。月亮视差正弦常数 $\sin \pi_{\zeta} = a_e/a_{\zeta}$ ，以角秒表示为 $F_0 \sin \pi_{\zeta}$ ，其中 $F_0 = 206264''.80625$ 。月行差常数 L_0 是 $F_0 \frac{\mu}{1+\mu} \frac{a_{\zeta}}{A}$ 导出。月角差常数 $P_{\zeta} = F_3 \frac{1-\mu}{1+\mu} \frac{a_{\zeta}}{A}$ ，其中 F_3 是月角差系数，来自于布朗理论，在本系统中取为 $49853''.2$ 。

这个常数系统中还给出了一组行星质量，这些行星质量均包括它们各自的卫星和大气质量在内，它们仍然是纽康的采用值，暂时未作改变，所以它们与其它常数值的不一致并未根本克服。例如地月系质量对太阳质量比的数值就与行星质量不一致。岁差、章动常数、黄赤交角未作改变，也说明这个常数系统不能认为是完善的，只能看作是一个过渡性的系统。但是这个常数系统是经过全世界各种天文机构中很多学者的辛勤劳动建立起来的，它比之于旧系统有了很大改善，可以满足当时的需要，所以 1964 年在汉堡举行的国际天文学联合会第 12 届大会通过了这个系统，并决定于 1968 年开始各国同时采用。现在我们使用的正是这个系统，它将被使用到 1984 年为止。

四、1976 年 IAU 天文常数系统

1970 年在海德堡再次举行天文常数会议，经过广泛讨论成立了三个工作组：(1) 岁差常数组；(2) 行星星历表组；(3) 时标单位组。这些工作组的活动曾于 1973 年向在新德里召开的第 15 届国际天文学联合会大会报告过，工作组主要成员于 1974 年 10 月在华盛顿，1975 年 10 月在格林尼治天文台，1976 年 6 月又在华盛顿举行了三次小型讨论会，结果是拟定了关于岁差、行星历表和时标单位的综合报告，并向 1976 年在法国格勒诺布尔召开的国际天文学联合会第 16 届大会报告过。这些报告归纳为六方面的建议：(1) 提出了一个新天文常数系统(1976)；(2) 规定了新的标准历元和春分点。新标准历元取为公元 200 年 1 月 1^d.5；(3) 关于基本坐标系的问题；(4) 视位置计算和观测归算的问题；(5) 对于动力理论和星历表的时标问题；(6) 对于星历表的计算所必需的其它问题。

表 3 IAU(1976 年)天文常数系统

No.	常数名称	符号	采用值
(一) 定义常数			
1	高斯引力常数	k	0.01720209895
(二) 初始常数			
2	光速	c	299792458(±1.2)米/秒
3	天文单位的光行时	τ_A	499.004782(±6×10 ⁻⁶)秒
4	地球赤道半径	a_e	637840(±5)米 (IUGG 值: $a_e=6378137$ 米)
5	地球动力学形状系数	J_2	0.00108263(±1×10 ⁻⁸)
6	地心引力常数	GE	3.986005×10 ¹⁴ (±3×10 ⁶)米 ³ /秒 ²
7	引力常数	G	6.672×10 ⁻¹¹ (±4×10 ⁻¹⁴)米 ³ /千克·秒 ²
8	地月系质量比	μ	0.01230002(±4×10 ⁻⁸)
9	标准历元 J2000.0 黄经总岁差	p	5029".0966(±0".15)
10	标准历元 J2000.0 黄赤交角	ϵ	23°26'21".448(±0".10)
11	标准历元 J2000.0 章动常数	N	9".2025
(三) 导出常数			
12	距离单位	$A=c\tau_A$	1.49597870×10 ¹¹ (±2×10 ⁵)米
13	太阳视差	$\pi_\odot=\arcsin(a_e/A)$	8".794148(±7×10 ⁻⁶)
14	标准历元 J20000.0 光行差常数	κ	20".49552(±1×10 ⁻⁶)
15	地球扁率	f	0.00335281=1/298.257(±2×10 ⁻⁸)
16	日心引力常数	$GS=A^3k^2/D^2$	1.32712438×10 ²⁰ (±5×10 ¹²)米 ⁵ /秒 ⁴
17	日地质量比	$S/E=GS/GE$	332946.0(±0.3)
18	日与地月系质量比	$(S/E)/(1+\mu)$	328900.5(±0.5)
19	太阳质量	$S=GS/G$	1.9891×10 ³⁰ (±1.2×10 ²⁷)千克
20	行星质量系统		
	水星 6023600(±3500)	土星 3498.5(3)	
	金星 408523.5(±2.5)	天王星 22869(±225)	
	地月系 328900.5(±0.5)	海王星 19314(±75)	
	火星 3098710(±80)	冥王星 3000000(±6.5×10 ⁶)	
	木星 1047.355(±0.030)		
建议在编制新历书时采用以下数值			
21	小行星的质量(以太阳质量为单位)		
	谷神星 5.9×10 ⁻¹⁰		
	智神星 1.1×10 ⁻¹⁰		
	灶神星 1.2×10 ⁻¹⁰		
22	卫星的质量(卫星/行星质量)		
	木卫一 4.70×10 ⁻⁵	木卫三 7.84×10 ⁻⁵	
	木卫二 2.56×10 ⁻⁵	木卫四 5.6×10 ⁻⁵	
	土卫六 2.41×10 ⁻⁴	海卫一 2×10 ⁻⁵	
23	赤道半径(公里)		
	水星 2439	天王星 25400	
	金星 6052	海王星 24300	
	火星 3397.2	冥王星 2500	
	木星 71398	月球 1738	
	土星 60000	太阳 6960000	

续表

24	行星引力场			
	行 星	J_2	J_3	J_4
	地 球	+0.00108263	-0.254×10^{-5}	-0.161×10^{-3}
	火 星	+0.001964	$+0.36 \times 10^{-4}$	
	木 星	+0.01475		-0.58×10^{-3}
	土 星	+0.01645		-0.10×10^{-2}
	天王星	+0.012		
	海王星	+0.004		
	(火星: $C_{21} = -0.000055$, $S_{21} = +0.000031$, $S_{31} = +0.000026$)			
25	月球引力场			
	$\gamma = (B-A)/C = 0.0002278$	$C/MR^2 = 0.392$		
	$\beta = (C-A)/B = 0.0006313$	$I = 5552''.7 = 1^\circ 32' 32''.7$		
	$C_{20} = -0.0002027$	$C_{30} = -0.000006$		
	$C_{22} = +0.0000223$	$C_{32} = +0.000029$		
	$S_{31} = +0.000004$	$C_{33} = +0.0000048$		
	$S_{33} = +0.0000017$	$C_{35} = +0.0000018$		
	$S_{35} = -0.000001$			

注: 此表引自参考文献[7]

1976年IAU新天文常数系统,对天文的长度、质量和时间单位,给出了与国际单位制SI系统的米、千克和秒以明确的关系。新系统共包括19个天文常数和一组行星质量采用值,以及编制历书中应用的其他一些量的建议采用值(表3)。

在1976年系统中,只保留了一个定义常数即高斯引力常数,其数值与1964年系统一样,没有作任何改变,即 k 仍然采用IAU在1938年正式通过的那个数值。由于从1977年来采用原子时作为动力学研究的时标,所以历书时的秒数已无必要再保留在天文常数系统之中。

初始常数共10个,其中8个在1964年系统中也是初始常数,这一次给出了较以前更精确的数值。在1964年系统中作为导出常数的天文单位的光行时现在被取为初始常数,相反把天文单位 A 由初始常数变为导出常数。另外增加引力常数为初始常数而取消月亮相对于恒星的平均角速度。

在初始常数中,光速值是第十五届计量大会(1975)上推荐的值,即使将来有可能重新定义“米”,这个数值也仍将保持不变。天文单位光行时的值是由雷达测定的行星距离得到的,它的倒数 $1/\tau_A$ 等于以每秒天文单位长度表示的光速。地球、赤道半径指的是一个近似于大地水准面的旋转椭球体的赤道半径,其数值是IAG第十六届大会(1975)所推荐的值,括号内为IUGG推荐的1980年测地参考系的值,这两个数值差3米。地球力学形状系数指的是文献[2]所定义的地球引力位公式中的第二阶带谐系数,表列数值为1980年测地参考系中的数值。地心引力常数适用于单位是米和秒的地心轨道, E 为地球质量(包括大气)。引力常数值是1973年物理常数CODATA系统中所给出的值。地月系质量比是以最近月球和行星空间飞行器所得到的数值为基础, μ 的倒数近似为81.3007。表列岁差常数值是根据对纽康日月岁差改正值的最近测定以及根据新的行星质量而导出的新的行星岁差值推算得到的,这是自1896年采用纽康黄经总岁差值以来的第一次改变,它将对基础天文学产生深远的影响,黄赤经交角是对

现行历元 1900 年的值, 采用新的行星质量计算它的长期项而得到的。文献[9]给出了新的求任一历元交角的公式。

导出常数是根据定义常数和初始常数的数值计算出来的。在 IAU(1976) 系统中共有 8 个导出常数, 其中 6 个仍然是 1964 年系统中的导出常数。天文单位与光行时互换以后进入导出常数的行列。另外增加了太阳质量这一常数。而在 1964 年系统中的月亮平均距离、月亮视差正弦常数、月行差常数和月角差常数等四个导出常数, 在 1976 年系统中已经取消了。

1976 年系统中的行星质量较之以前增加了它们的有效位数, 这是根据飞向月亮和行星的宇宙装置观测得到的新成果。

新系统中天文学的时间单位(日长)不再以地球自转来定义, 也不再以地球的公转运动来定义, 而取用国际单位制(SI)秒的整倍数来定义, 即 1 天 = 86400 秒。由于 SI 秒是由铯原子 133 在零场跃迁时辐射的周期数定义的, 因此新的历书中所用的时间尺度将同原子时联系在一起。这样, 天文学中的时间单位便同其他学科领域里的时间单位相一致。

新的标准历元为 J2000.0, 它比纽康行星理论的基本历元相对应的 1900 年 1 月 0.5 日延后整整一个儒略世纪。新标准历元以动力学时表示, 不以世界时表示。对于精确的行星和月球理论, 新标准历元以质心力学时 TDB 来表示。

1976 年 IAU 天文常数系统已为国际天文学联合会所接受, 它们将于 1984 年起正式起用, 与此同时, 基本星表 FK4 系统也过渡到 FK5 系统。

参 考 文 献

- [1] 库里柯夫著, 吴守贤译, 新天文常数系统, 科学出版社(1979).
- [2] IAU 1964, IAU Transactions, XII B (1965).
- [3] IAU 1976, IAU Transactions, XVI B (1977).
- [4] IAU 1979, IAU Transactions, XVII B (1980).
- [5] T. Lederle, Mitteilungen Serie A No.133, Astronomisches Rechen-Institut Heidelberg.
- [6] J. H. Lieske, et al, *Astron. Astrophys.*, 58 (1977), 1.
- [7] G. H. Kaplan 编, 沈祖耀译, IAU 关于天文常数、时间尺度与基本参考系的一些决议, 天文进展, 第 2 卷(1982), 第 4 期。

New System of Astronomical Constants

Wu Shou-xian Qi Guan-rong

(Shaanxi Astronomical Observatory, Academia Sinica)

Abstract

A system of astronomical constants can be defined as a set of parameters whose adopted numerical values are needed for the reduction of observations. It should be a consistent set, i. e. the theoretical relations known among the constants have to be exactly fulfilled. Until now, there have been in fact three systems which were adopted by international agreement:

1. The first system consisted mainly of Newcomb's values. This system of con-

stants was valid for more than half a century.

2. The IAU (1964) System of Astronomical Constants. It was introduced in 1968.

3. The IAU (1976) system, named new system of astronomical constants, has been adopted at the IAU General Assembly at Grenoble in 1976. This new system which is to replace the system adopted in 1964, will be introduced in 1984.

A detailed explanation for the change of the conventional systems of astronomical constants and a description on the characters of the new system are given.